



*#4  
Priority  
Ulrich  
4-19-02*



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Gebrauchsmusteranmeldung

**Aktenzeichen:** 201 01 454.8

**Anmeldetag:** 27. Januar 2001

**Anmelder/Inhaber:** Phoenix Contact GmbH & Co, Blomberg,  
Lippe/DE

**Bezeichnung:** Stromsensor auf Leiterplattenbasis

**IPC:** G 01 R, H 01 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.

München, den 19. Dezember 2001  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Joost

Stromsensor auf Leiterplattenbasis5 Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung von AC-Strömen in Form eines Stromsensors nach dem Oberbegriff des Schutzanspruchs 1.

10 Stand der Technik

Im Bereich der Strommeßtechnik sind induktive Meßverfahren nach dem Rogowski-Prinzip bekannt. In den bekannten Ausführungen wird der zu überwachende stromführende Leiter durch eine Spule hindurch geführt. Die Spule des Sensors kann dabei unterschiedlich ausgeführt sein. Eine Ausführungsform wird in DE 195 05 812 C2 beschrieben, bei der ein elektrisch isolierenden Ringkörper als Träger für eine Wicklung vorgesehen ist. Diese Ausführungsform hat jedoch den Nachteil, daß die Herstellung eine Mehrzahl unterschiedlicher Schritte erfordert. Ein weiterer Nachteil ist, daß beim Aufbau eines Stromsensors mit integrierter elektronischer Auswerte- oder Berechnungsschaltung die Spule in der in DE 195 05 812 C2 beschriebenen Form als Bauteil zusätzlich zu den elektronischen Bauteilen der Auswerte- oder Berechnungsschaltung plazierte, befestigt und elektrisch angeschlossen werden muß. Die Integration dieser Spule in eine elektronischen Auswerte- oder Korrekturberechnungsschaltung ist damit mit einem hohen Platzbedarf und hohen Herstellungskosten des Gesamtgerätes verbunden. Die zusätzliche Anforderung der Miniaturisierung von Sensoren, um diese in immer kleiner Bauform und für die jeweilige Anwendung angepaßt zur Verfügung zu stellen, ist mit einer Stromerfassungsspule nach DE 195 05 812 C2 nicht zu lösen.

In einer anderen Ausführungsform gemäß der US 5,414,400 wird beschrieben, die Spule auf einer Leiterplatte direkt mit Hilfe der Leiterbahnen und Durchkontaktierungen herzustellen. Der Leiterplattenabschnitt zwischen den Durchkontaktierungen, in  
5 radialer Richtung gesehen, bildet dabei den elektrisch isolierenden Ringkörper bzw. Ringabschnitt. Die Leiterbahnen sind derart ausgerichtet, daß die jeweilige Leiterbahn auf der Oberseite der Leiterplatte in eine Durchkontaktierung zur elektrischen Verbindung mit einer Leiterbahn auf der  
10 Unterseite, diese wiederum in eine Durchkontaktierung zur elektrischen Verbindung mit einer weiteren Leiterbahn auf der Oberseite mündet und damit eine Windung um den isolierenden Ringabschnitt darstellt. Aufgrund der geometrischen Ausrichtung der Leiterbahnen ergibt sich eine Spulenartige Umwicklung des  
15 isolierenden Ringabschnitts, die in der Gesamtheit eine Stromerfassungsspule nach dem Rogowski-Prinzip ergibt. Der entscheidende Nachteil der in US 5,414,400 beschriebenen Ausführungsform ist, daß der stromführende Leiter durch die von der Spule umschlossene Bohrung geführt werden muß. Damit  
20 kann eine in dieser Form ausgeführte Stromerfassungsspule nicht nachträglich um einen stromführenden Leiter zur Stromerfassung gelegt werden. Ein weiterer Nachteil ist, daß die Spule durch eine Hin- und eine Rückwicklung ausgeführt ist. Der Aufbau der Stromerfassungsspule ist mit einer 2-  
25 Lagen-Leiterplatte vorgeschlagen, deren Wicklungen über die Gesamtheit zwar recht symmetrisch angeordnet, jedoch die Einzelwindungen im Wechsel unterschiedlich bemessen sind. Dieser Nachteil ergibt sich durch die geometrische Erfordernis, die Windungen für praktisch 2 ineinander liegende  
30 Spulen flächig auf einer Leiterplatte unterzubringen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine kostengünstige, platzsparende Ausführung einer Vorrichtung zur Messung von AC-Strömen mittels einer Stromerfassungsspule auf Leiterplattenbasis oder auf einem Leiterplattenabschnitt nach dem Rogowski-Prinzip zu realisieren, welche nachträglich ohne den stromführenden Leiter in seiner Anwendung zu unterbrechen, um den stromführenden Leiter umschließend herumgelegt werden kann. Der Aufbau der Windungen muß dabei sehr symmetrisch sein, damit eine hohe Meßgenauigkeit erzielt wird.

#### Lösung der Aufgabe

- Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1 aufgeführten Merkmale gelöst.
- 15 Die erfindungsgemäße Vorrichtung für eine Stromerfassungsspule ist mit Hilfe einer Leiterplatte realisiert, welche derart aufklappbar ist, daß der zu messende stromführende Leiter mit in den vorgesehenen Bereich der Spule eingelegt werden kann, ohne daß der stromführende Leiter unterbrochen oder stromlos
- 20 geschaltet werden muß. Die geöffnete Vorrichtung für eine Stromerfassungsspule wird zur Messung derart geschlossen, daß der stromführende Leiter von der Stromerfassungsspule gänzlich umschlossen ist und die Stromerfassungsspule den Strom des stromführenden Leiters nach dem Rogowski-Prinzip messen kann.
- 25 Um weitere Anforderungen an die Stromerfassungsspule hinsichtlich symmetrischen Aufbau oder Kompaktheit zu erfüllen, ist eine mehrlagige Leiterplatte zu verwenden. Diese bietet mehr Möglichkeiten zur Leiterbahnführung und ermöglicht einen weitestgehend symmetrischen Aufbau der
- 30 Stromerfassungsspulenwicklung.

- Die Leiterplatte der Vorrichtung zur Messung von AC-Strömen ist so bemessen, daß zusätzlich elektronische Bauelemente einer Auswerteeinheit auf dieser angeordnet werden können.
- 35 Dies ermöglicht gegenüber dem Stand der Technik insgesamt in den Abmessungen kleiner und kostengünstiger zu bauen. Die

Auswerteeinheit kann dabei eine Meßwertumformung zur Meßwertsignalaufbereitung für Steuerungs- oder Regelungsmittel, Vergleich mit Grenzwerten und Generierung von Über- oder Unterschreitungsmeldungen oder weitere Anwendungen durchführen.

Durch den mehrlagigen Leiterplattenaufbau wird ein symmetrischer Aufbau der einzelnen Windungen erreicht. Dabei sind die Windungen des Spulenabschnittes für die erste Wickelrichtung auf zwei ausschließlich für diesen Spulenabschnitt vorgesehenen Lagen für die Leiterbahnen angeordnet. Für die Windungen des Spulenabschnittes für die zweite Wickelrichtung, also die Rückrichtung, sind zwei ausschließlich für diesen Spulenabschnitt vorgesehene Lagen von Leiterbahnen vorhanden. Für die geometrische Ausgestaltung der Leiterbahnen ist somit ein erhöhter Gestaltungsfreiraum vorhanden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und den dazugehörigen Figuren beschrieben.

#### Überschrift der Figuren

Fig. 1: zeigt die erfindungsgemäße Vorrichtung eines Stromsensors mit einer aufklappbaren Stromerfassungsspule auf Leiterplattenbasis.

Fig. 2: zeigt die Anordnung des Leiterbahnenverlaufs für die Spulenabschnitte des Hinweges (20) und des Rückweges (21) des Wickels.

Fig. 3: zeigt die aufgeklappte Leiterplatte der Stromerfassungsspule

Fig. 4: zeigt eine Variante der Vorrichtung der Stromerfassungsspule als einteilige Leiterplatte mit nur einem

Schlitz in der Vorrichtung, die zum Öffnen durch Verwinden der Leiterplatte um den zu messenden Leiter gelegt werden kann.

Fig. 5: zeigt eine Variante der Vorrichtung der Stromerfassungsspule als einteilige Leiterplatte mit Leiterbahnen und Durchkontaktierung zur Durchleitung des zu messenden Stromes.

#### 10 Ausführungsbeispiel

In FIG. 1 ist die erfindungsgemäße Anordnung eines Stromsensors mit einer aufklappbaren ringförmigen Leiterplatte als Stromerfassungsspule dargestellt. Das Drehgelenk 6 bietet eine aufklappbare Verbindung zwischen der einen Leiterplattenhälfte 1 und der zweiten Leiterplattenhälfte 10. Der stromführende Leiter 2 mit seinem zu messenden Strom ist in der Mitte der Stromerfassungsspule in axialer Ausrichtung hindurch geführt. Die Leiterbahnen der einzelnen Lagen sind dabei mit 4 und 5 nur angedeutet. Der zusätzliche Teil der Leiterplatte 9 dient vorzugsweise zur Aufnahme von elektrischen oder elektronischen Bauelementen für eine Auswerteschaltung 19, welche ein normiertes Meßsignal an den Ausgang 13 ausgibt.

Die Anordnung der Leiterbahnen zum Erzeugen einer Stromerfassungsspule ist in FIG. 2 dargestellt. Dabei befinden sich die Leiterbahnen 22, 22a, 22b des Wickels und die entsprechend weiteren Leiterbahnen der oberen Seite des hinlaufenden Spulenwickels 20 auf der ersten Lage. Auf der vierten Lage, die von allen anderen Lagen isoliert liegt, befinden sich die Leiterbahnen 23, 23a, 23b und die entsprechend weiteren Leiterbahnen der unteren Seite des hinlaufenden Spulenabschnittes. Auf der zweiten Lage, die von allen anderen Lagen isoliert liegt, befinden sich die Leiterbahnen 24 und die entsprechend weiteren Leiterbahnen der

oberen Seite für den rücklaufenden Spulenabschnitt 21. Auf der dritten Lage, die von allen anderen Lagen isoliert liegt, befinden sich die Leiterbahnen 25 und entsprechend die weiteren Leiterbahnen der unteren Seite für den rücklaufenden Spulenabschnitt. Da die Lagen eins und vier jeweils auf der Außenseite der Leiterplatte, die Lagen drei und vier auf den Innenlagen der Mehrlagen-Leiterplatte angeordnet sind, ergibt sich ein räumlich im hinlaufenden Spulenabschnitt 20 liegender rücklaufender Spulenabschnitt 21. Der Wicklungssinn des hinlaufenden Spulenabschnittes 20 ist also entgegengesetzt dem Wicklungssinn des rücklaufenden Spulenabschnittes 21.

**FIG. 3** zeigt die aufklappbare Leiterplatte der Stromerfassungsspule im aufgeklappten Zustand zum Umhüllen des stromführenden Leiters 2. Die Leiterplattenteile 1 und 10 werden dabei so weit auseinandergeklappt, bis der stromführende Leiter 2 durch den entstehenden Spalt 11 paßt und der Stromsensor in Pfeilrichtung über den stromführenden Leiter geführt werden kann. Das Drehgelenk 6 muß dabei nur für die maximale Spaltbreite 11 die notwendige Drehbewegung der einzelnen Leiterplattenhälften oder nur einer Leiterplattenhälfte zulassen. Über flexible Leiter 12 wird die eine Hälfte der Stromerfassungsspule 1 in unmittelbarer Nähe des Drehgelenks 6 mit der anderen Hälfte der Stromerfassungsspule 10, in der für die Stromerfassung nach dem Rogowski Prinzip notwendigen Weise, mit Hilfe von elektrischen Anschlüssen 13 elektrisch verbunden.

**FIG. 4** zeigt eine Variante einer zu öffnenden Stromerfassungsspule auf einer einteiligen mehrlagigen Leiterplatte, die als einseitige Öffnung zum Umschließen des stromführenden Leiters 2 nur einen Spalt 7 aufweist. Durch Zuführung einer die Leiterplatte verwindenden Kraft wird der Spalt 7 so weit aufgeweitet, daß der stromführende Leiter 2 in radialer Richtung durch den Spalt bewegt werden kann. Ein für

die Spule nicht verwendeter Leiterplattenabschnitt 9 dient vorzugsweise zur Aufnahme von elektrischen oder elektronischen Bauelementen für eine Auswerteschaltung 19, welche ein normiertes Meßsignal an den Ausgang 13 ausgibt.

5

In FIG. 5 ist eine einteilige Stromerfassungsspule auf einer mehrlagigen Leiterplatte dargestellt, bei welcher der stromführende Leiter 52a, 54a als Durchkontaktierung 53 in axialer Richtung durch die Leiterplatte hindurch geführt ist. Die Anschlüsse sind dabei über die stromführende Leiterbahn 52 zum ankommenden stromführenden Leiter 52a und über die stromführende Leiterbahn 54 zum weiterführenden stromführenden Leiter 54a geführt. Damit der zu erfassende Strom in axialer Richtung durch die Leiterplatte geleitet wird, sind die stromführenden Leiterbahnen und Leiterplattenanschlüsse 56 auf der Leiterplatte 1 außenseitig angeordnet. In dieser Anordnung wird der stromführende Leiter über elektrische Verbinder 56 an die externen stromführenden Leiterteile 52a und 54a angeschlossen. Ein für die Spule nicht verwendeter Leiterplattenabschnitt 9 dient vorzugsweise zur Aufnahme von elektrischen oder elektronischen Bauelementen für eine Auswerteschaltung 19, welche ein normiertes Meßsignal an den Ausgang 13 ausgibt. Die in FIG. 5 gezeigte Anordnung ist besonders vorteilhaft bei einmalig platzierten Stromsensoren, welche nach der Installation nicht mehr räumlich verändert werden.

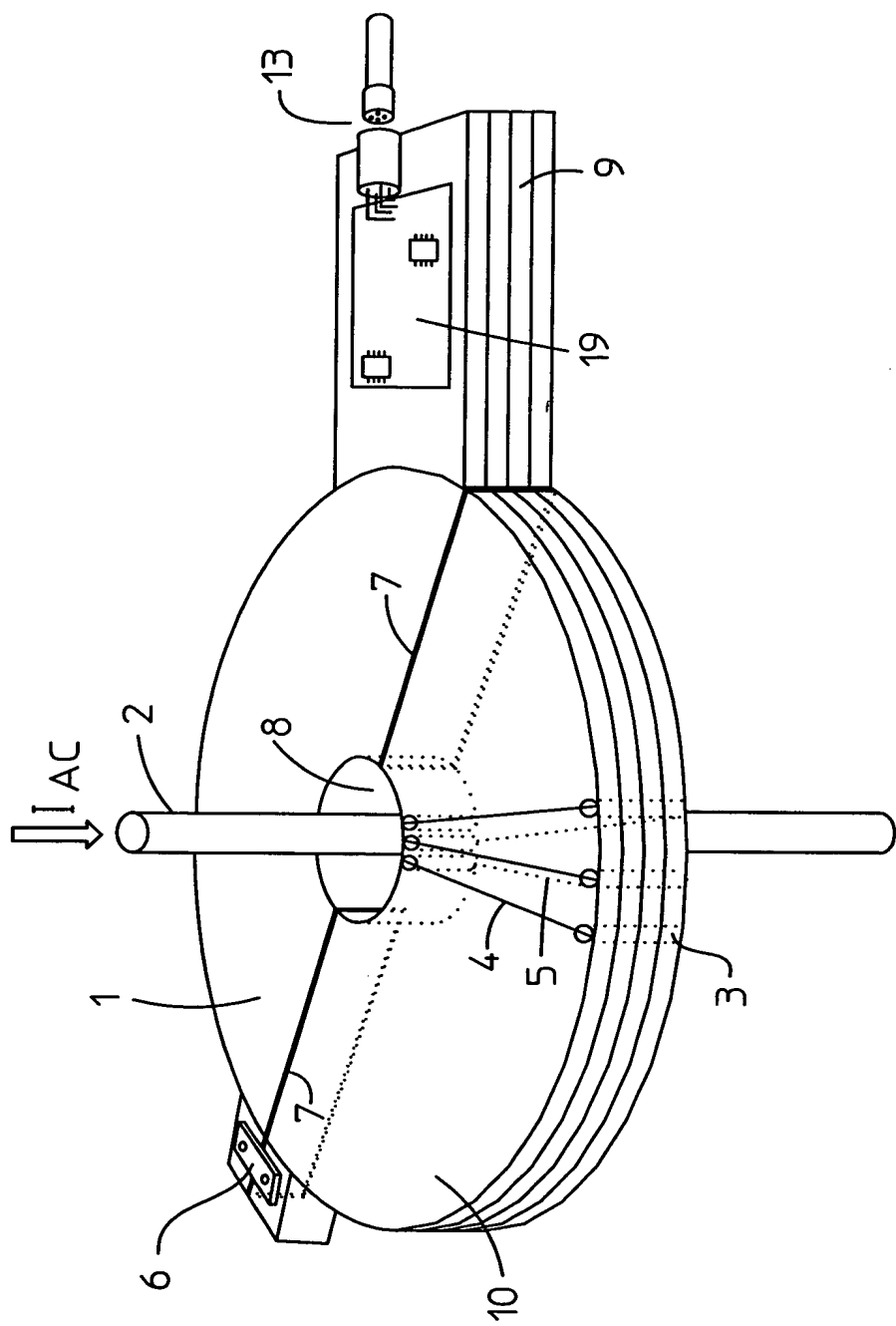
25



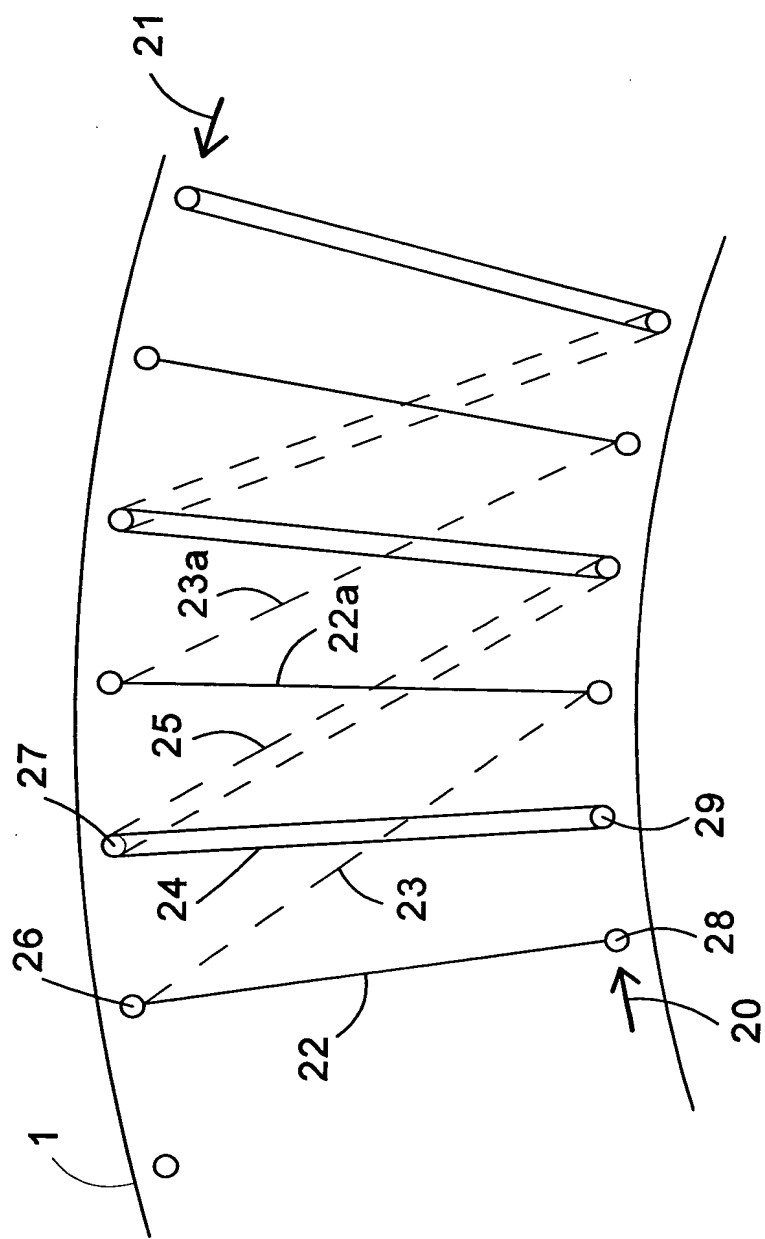
Schutzansprüche

1. Stromerfassungsspule nach dem Rogowski-Prinzip mit  
5 Leiterbahnen (22, 23, 24, 25), die in ihrer Anordnung einen  
Spulenwickel (20, 21) ergeben und deren Leiterbahnenenden  
mittels Durchkontaktierungen (26, 27, 28, 29) auf der  
Leiterplatte (1, 10) miteinander verbunden sind,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
10 daß die Stromerfassungsspule an mindestens einer Seite  
offen ausgeführt ist, wodurch ein zu öffnender und wieder  
verschließbarer Spalt (7) entsteht.
2. Stromerfassungsspule nach Anspruch 1,  
15 **dadurch gekennzeichnet,**  
daß der Aufbau der Spule aus zwei ringförmigen  
Leiterplattenabschnitten (1, 10) besteht, welche durch ein  
Gelenk (6) an jeweils einer Seite miteinander verbunden  
sind.  
20
3. Stromerfassungsspule nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Leiterbahnenenden (13) des Spulenwickels auf den  
ringförmigen Leiterplattenabschnitten (1, 10) mittels  
25 flexibler Leiter (12) verbunden sind.
4. Stromerfassungsspule nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß der Aufbau der Spule aus einem einteiligen,  
30 geschlitzten und verwindungsfähigen Leiterplattenteil (1)  
besteht.

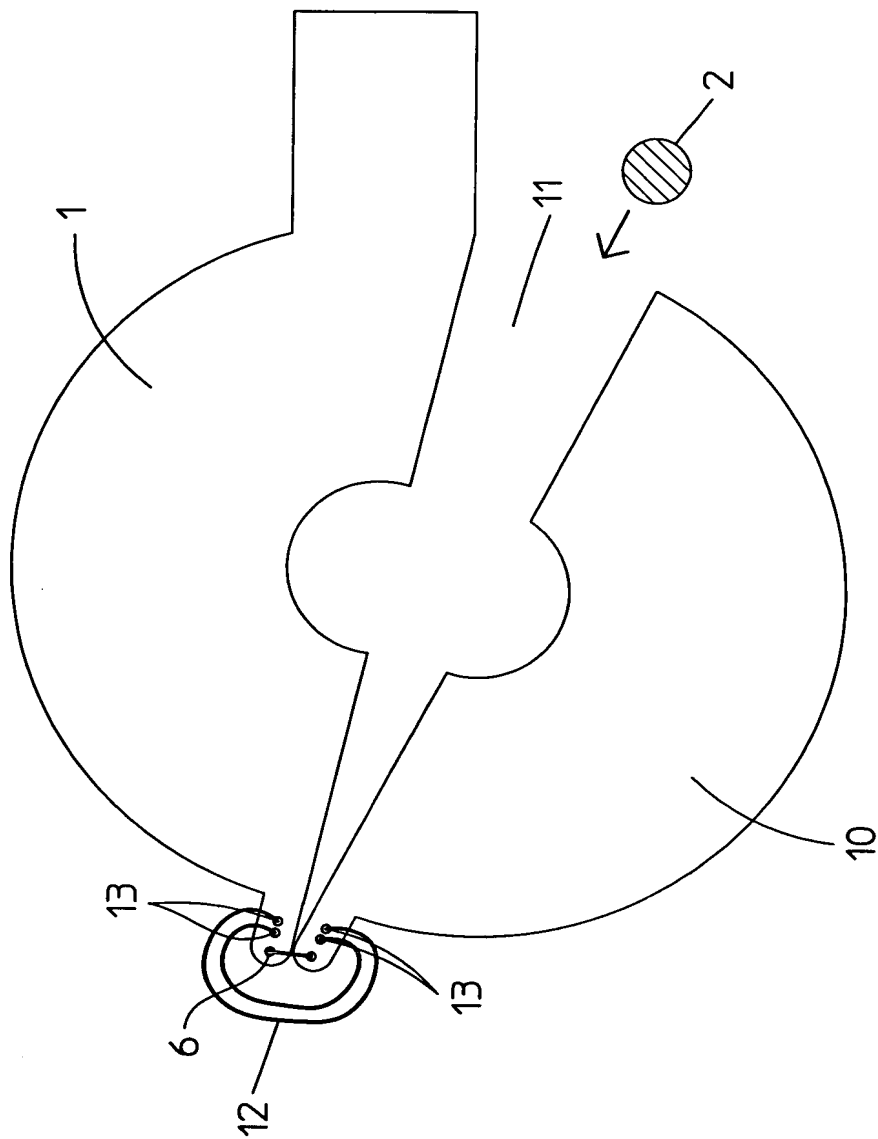
5. Stromerfassungsspule nach einem der vorherigen  
5 Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Leiterplatte (1, oder 1 und 10) der  
Stromerfassungsspule aus mehreren Lagen aufgebaut ist.
- 10 6. Stromerfassungsspule nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß für die Leiterbahnen der hinlaufenden Wicklung (22,  
22a, 23, 23a) zwei Lagen und für die Leiterbahnen der  
rücklaufenden Wicklung (24, 24a, 25, 25a) zwei weitere  
15 Lagen vorgesehen sind.
7. Stromerfassungsspule nach einem der vorherigen  
Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
20 daß Komponenten für eine elektronische Schaltung (19) auf  
der Leiterplatte (1) angeordnet sind.
8. Stromerfassungsspule nach dem Rogowski-Prinzip mit  
Leiterbahnen (22, 23, 24, 25), die in ihrer Anordnung einen  
25 Spulenwickel (20, 21) ergeben und deren Leiterbahnen  
mittels Durchkontaktierungen (26, 27, 28, 29) auf der  
Leiterplatte (1, 10) miteinander verbunden sind,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß auf der Leiterplatte für den zu messenden Leiter  
30 elektrische Anschlußklemmen (56) vorgesehen sind, die  
über Leiterbahnen (52, 54) und mindestens einer  
Durchkontaktierung (53) in axialer Richtung im  
Spulenzentrum miteinander verbunden sind.



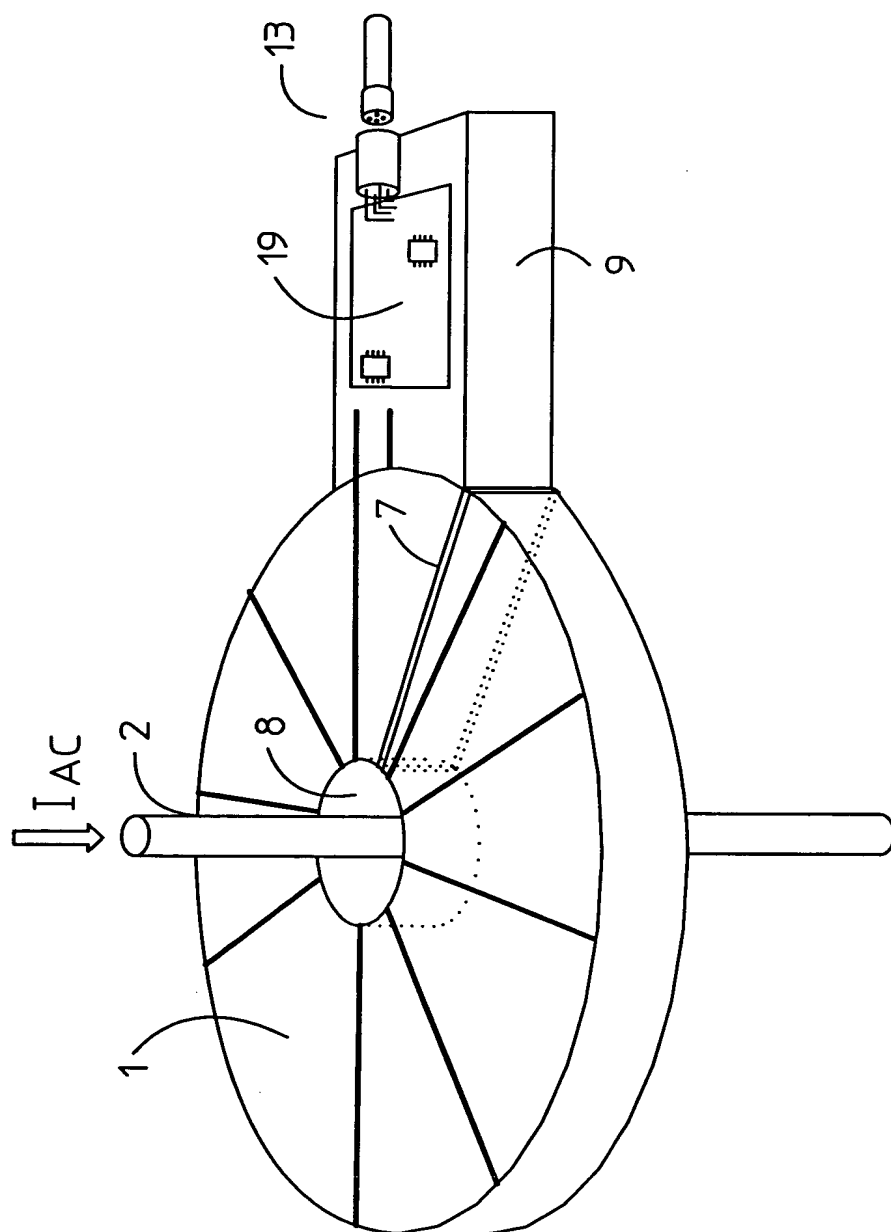
Figur 1



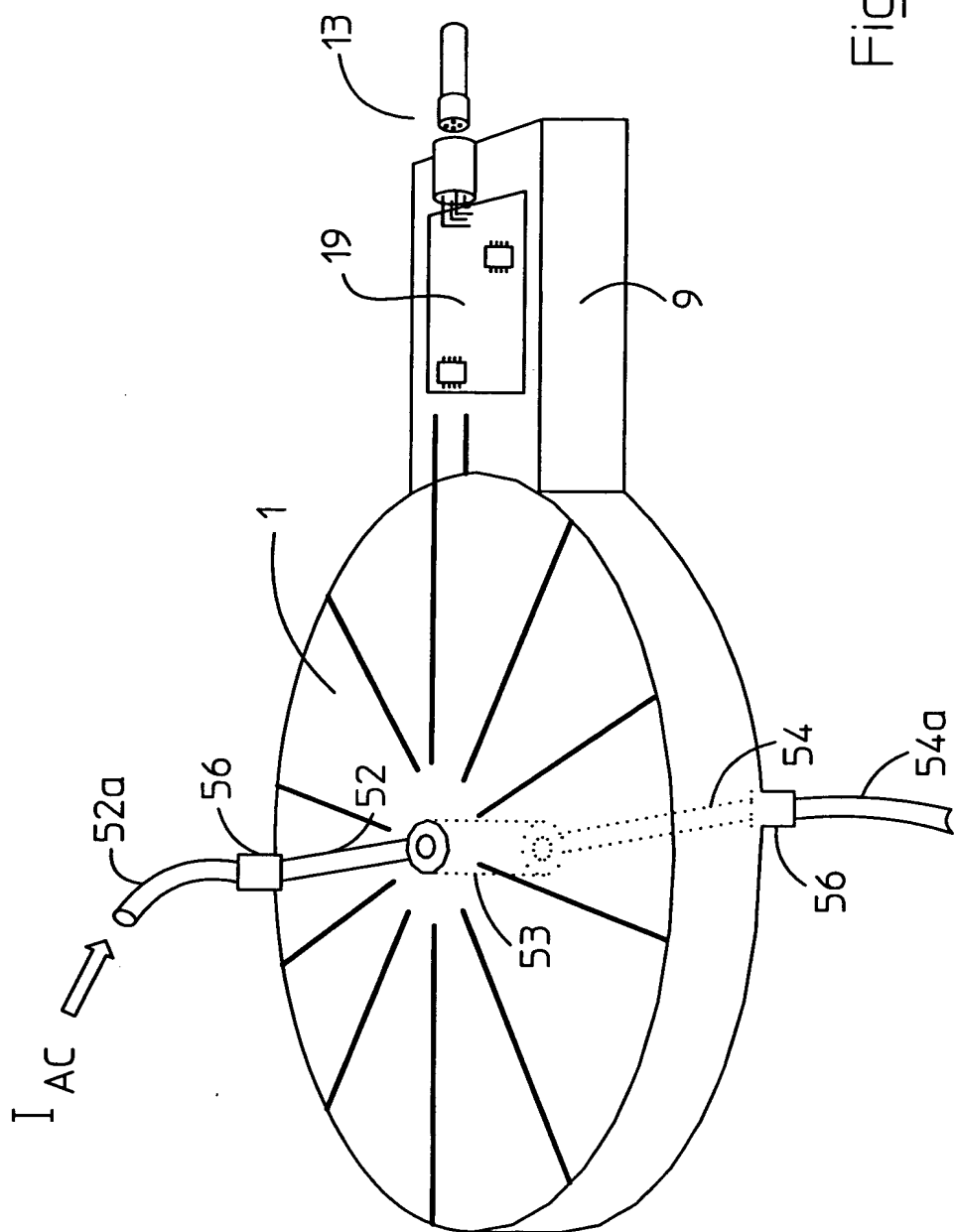
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5